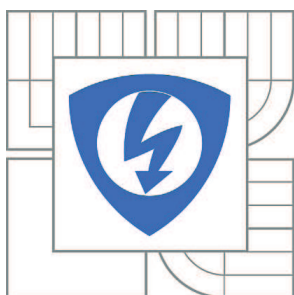


VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA ELEKTROTECHNIKY A KOMUNIKAČNÍCH
TECHNOLOGIÍ

ÚSTAV AUTOMATIZACE A MĚŘICÍ TECHNIKY

FACULTY OF ELECTRICAL ENGINEERING AND COMMUNICATION
DEPARTMENT OF CONTROL AND INSTRUMENTATION

ZABEZPEČOVACÍ SYSTÉM RD - NAPÁJECÍ ZDROJ PRO ZÁKLADNÍ DESKU

HOME SECURITY SYSTEM - BASE BOARD POWER SUPPLY

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

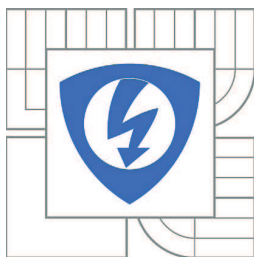
ONDŘEJ PEŠA

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

doc. Ing. PETR FIEDLER, Ph.D.

BRNO 2012



**VYSOKÉ UČENÍ
TECHNICKÉ V BRNĚ**

**Fakulta elektrotechniky
a komunikačních technologií**

Ústav automatizace a měřicí techniky

Bakalářská práce

bakalářský studijní obor
Automatizační a měřicí technika

Student: Ondřej Peša

ID: 74411

Ročník: 3

Akademický rok: 2011/2012

NÁZEV TÉMATU:

Zabezpečovací systém RD - napájecí zdroj pro základní desku

POKYNY PRO VYPRACOVÁNÍ:

Cílem práce je návrh a realizace napájecího zdroje zabezpečovacího systému s olověným akumulátorem. Práce zahrnuje seznámení se s obvyklými požadavky malých a středních EZS na napájecí zdroje, seznámení se s problematikou nabíjení olověných akumulátorů a následný návrh a realizaci funkčního zdroje s ochranou proti zkratu i přepětí na výstupních svorkách.

DOPORUČENÁ LITERATURA:

ČSN, uživatelské a instalační manuály zabezpečovacích ústředí

Termín zadání: 6.2.2012

Termín odevzdání: 28.5.2012

Vedoucí práce: doc. Ing. Petr Fiedler, Ph.D.

Konzultanti bakalářské práce:

doc. Ing. Václav Jirsík, CSc.

Předseda oborové rady

UPOZORNĚNÍ:

Autor bakalářské práce nesmí při vytváření bakalářské práce porušit autorská práva třetích osob, zejména nesmí zasahovat nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a musí si být plně vědom následků porušení ustanovení § 11 a následujících autorského zákona č. 121/2000 Sb., včetně možných trestněprávních důsledků vyplývajících z ustanovení části druhé, hlavy VI. díl 4 Trestního zákoníku č.40/2009 Sb.

Abstrakt

Tato bakalářská práce se zabývá požadavky na napájení zabezpečovacích systému a obsahuje seznámení se s problematikou nabíjení olověných akumulátorů a s vysvětlením základního principu činnosti snižujícího spínaného zdroje.

Hlavním cílem práce bylo navrhnout a realizovat funkční vzorek napájecího zdroje s olověným akumulátorem. Napájecí zdroj obsahuje nabíječku a obvod, který při výpadku síťového napájení připojí záložní zdroj.

Záložní zdroj je za normálního provozu kontinuálně nabíjen. Návrh byl zpracován v programu pro návrh desek plošných spojů Eagle 6.1.0. Funkční vzorek byl realizován na jednostranné desce plošných spojů, který je spolu s akumulátorem a transformátorem uložen v krabicovém boxu.

Klíčová slova

Záložní napájecí zdroj, spínaný napájecí zdroj, nabíjení a vybíjení olověného akumulátoru, tranzistorový spínač

Abstract

This bachelor's thesis deals requirements for alarm system power supplies and includes familiarization with the issue of charging lead-acid batteries and an explanation of the basic principle activity step-down switched – mode power supply.

The main goal of this project was to design and implement a functional model of the power supply with lead-acid battery. The power supply includes a battery charger circuit, which when accompanied by a power failure back-up.

UPS is in normal operation continuously charged. The proposal was developed in the program for PCB design Eagle 6.1.0. Functional model was implemented in a single PCB, which together with the battery and transformer were placed in the box.

Keywords

Backup power source, switched – mode power supply, charging and discharging lead acid batteries, transistor as switch

Bibliografická citace:

PEŠA, O. *Zabezpečovací systém RD – napájecí zdroj pro základní desku*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií, 2012. 45s. Vedoucí bakalářské práce byl doc. Ing. Petr Fiedler, Ph.D..

Prohlášení

„Prohlašuji, že svou bakalářskou práci na téma Zabezpečovací systém RD - napájecí zdroj pro základní desku jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou všechny citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce.

Jako autor uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že v souvislosti s vytvořením této bakalářské práce jsem neporušil autorská práva třetích osob, zejména jsem nezasáhl nedovoleným způsobem do cizích autorských práv osobnostních a jsem si plně vědom následků porušení ustanovení § 11 a následujících autorského zákona č. 121/2000 Sb., včetně možných trestněprávních důsledků vyplývajících z ustanovení části druhé, hlavy VI. díl 4 Trestního zákoníku č. 40/2009 Sb.

V Brně dne: **25. května 2012**

.....
podpis autora

Poděkování

Děkuji vedoucímu bakalářské práce doc. Ing. Petru Fiedlerovi, Ph.D. za účinnou metodickou, pedagogickou a odbornou pomoc a další cenné rady při zpracování mé diplomové práce.

V Brně dne: **25. května 2012**

.....
podpis autora

Obsah

1	Úvod	9
2	Všeobecné požadavky na napájení EZS	10
2.1	Druhy napájecích zdrojů	10
2.1.1	Typ A	11
2.1.2	Typ B.....	13
2.1.3	Typ C.....	13
2.2	Monitorování napájecího zdroje	14
2.3	Monitorování napájecích zdrojů typů A a B.....	14
2.4	Monitorování napájecího zdroje typu C.....	14
2.5	Doba zálohování	14
2.6	Nabíjení u napájecího zdroje typu A.....	15
2.7	Konstrukce	16
2.7.1	Ochrana proti přepětí.....	16
2.7.2	Ochrana proti zkratu a přetížení	16
2.7.3	Ochrana proti hlubokému vybití	16
2.7.4	Zvlnění	17
2.7.5	Ochrana proti sabotáži.....	17
2.7.6	Detekce sabotáže.....	17
2.7.7	Otevření krytu	17
2.7.8	Odstranění z montážního místa	18
2.7.9	Proražení krytu	18
2.8	Zkoušky.....	18
2.8.1	Výběr třídy prostředí	18
2.8.2	Zkrácené funkční zkoušky	19
3	Lineární napájecí zdroje	20
4	Spínané napájecí zdroje.....	21
4.1	Rozdělení spínaných zdrojů bez transformátoru	21
4.1.1	Snižující spínaný zdroj	22
5	Olověné akumulátory	24
5.1	Princip činnosti	24
5.1.1	Nabíjení.....	24
5.1.2	Vybíjení.....	25
5.1.3	Nabíjení hermetických bezúdržbových akumulátorů.....	26

6	Vlastní návrh zálohovaného zdroje	27
6.1	Výběr transformátoru	28
6.2	Výběr spínaného regulátoru	28
6.3	Návrh spínaného zdroje.....	29
6.4	Výběr záložního zdroje	31
6.5	Návrh nabíjení záložního zdroje	31
6.6	Tranzistorový spínač pro relé.....	33
6.7	Ochrana proti přepětí a zkratu na výstupních svorkách	35
6.8	Odpojení záložního akumulátoru při velmi nízkém napětí	35
6.9	Měření zatěžovací charakteristiky.....	36
6.10	Návrh chladiče pro stabilizátor LM317	37
7	Závěr.....	38

1 ÚVOD

Zajištění vlastní bezpečnosti patří mezi základní lidské potřeby. Mezi základní a nejpoužívanější prostředky patří především klasická ochrana pomocí staveb a mechanických zábranných systémů. Významnou roli v zajištění ochrany majetku i naší bezpečnosti sehrávají také elektronické zabezpečovací systémy (EVS). EVS dokáže v čas upozornit majitele objektu na neoprávněné narušení prostor domu, monitoruje a zaznamenává pohyb nepovolané osoby a včas informuje o narušení bezpečnosti. Moderní EVS se ovládají pomocí klávesnice zadáním kódu nebo přiložením čipové karty. Detektory EVS hlídají otevření dveří a oken, rozbití skleněné výplně, pohyb, požár nebo únik plynu. Jejich hlášení vyhodnocuje ústředna, která na základě její analýzy a v souladu s naprogramováním rozhoduje o vyhlášení poplachu.

V této bakalářské práci se zabývám problematikou napájení elektronických zabezpečovacích systémů. Napájecí obvody slouží k napájení elektronických obvodů vlastní ústředny a k napájení všech návazných prvků systému EVS. Protože systém EVS musí být funkční i při výpadku napájecího napětí sítě, je napájecí zdroj zálohován náhradním zdrojem napětí.

Součástí práce je i seznámení se s problematikou nabíjení olověných akumulátorů a problematikou spínaných napájecích zdrojů.

Cílem práce je návrh a realizace funkčního napájecího zdroje zabezpečovacího systému s ochranou proti zkratu i přepětí. Při návrhu jsem se řídil normami pro zabezpečovací systémy.

2 VŠEOBECNÉ POŽADAVKY NA NAPÁJENÍ EZS

Napájecí obvody slouží k napájení elektronických obvodů vlastní ústředny a k napájení všech návazných prvků systému EZS. Protože systém EZS musí být funkční i při výpadku napájecího napětí sítě, je napájecí zdroj zálohován náhradním zdrojem napětí. Ten je tvořen bezúdržbovým plynotěsnými olověnými akumulátory. Lze z nich vytvořit náhradní zdroj s kapacitou 1,2Ah až řádově 100Ah. Podle rozsahu systému EZS a podle předepsaného režimu zálohování.

Síťový napájecí zdroj dodává stabilizované napětí +12V se zatížitelností odpovídající rozsahu systému EZS 1A až 5A. Pokud je systém EZS rozsáhlejší, pak je nezbytné použít přídatný síťový napájecí zdroj s vlastním náhradním zdrojem napětí. Přídatné síťové napájecí zdroje se dodávají se zatížitelností od 1A do 10A.

Základní napájecí zdroj musí být schopen dodat potřebný proud, jenž je součtem proudových odběrů všech prvků systému na daný zdroj připojených včetně ústředny. Dále musí být základní zdroj dimenzován tak, aby po skončení nejdelšího výpadku sítě byl schopen dodat potřebný proud nejen pro všechny prvky na zdroj připojené, ale i proud potřebný k dobíjení připojeného akumulátoru či akumulátoru během doby stanovené v ČSN EN 50131-6.

Náhradní napájecí zdroj musí být dimenzován tak, aby byl schopen překlenout nejdelší výpadek základního zdroje dle požadavků normy ČSN EN 50131-6, odlišný pro jednotlivé stupně zabezpečení vztažený k úrovni rizik objektu.

2.1 Druhy napájecích zdrojů

Napájecí zdroj musí napájet ústřednu a ostatní komponenty EZS nepřetržitě. Požadavky na napájecí zdroj jsou rozděleny pro čtyři různé stupně zabezpečení. Napájecí zdroj splňuje tyto požadavky, pokud zahrnuje všechny povinné funkce příslušného stupně. Výrobce není omezen v poskytování definovaných volitelných funkcí. Avšak pokud jsou začleněny specifické volitelné funkce, musí napájecí zdroj splňovat funkční požadavky. Povinné a volitelné funkce musí vyhovět zkouškám vlivu prostředí.

Napájecí zdroj musí být buď součástí komponentů EZS, nebo je samostatný. Bez ohledu na stupně zabezpečení existují tři druhy napájecích zdrojů. Jsou zobrazeny na obrázcích 2.1, 2.3, 2.4.

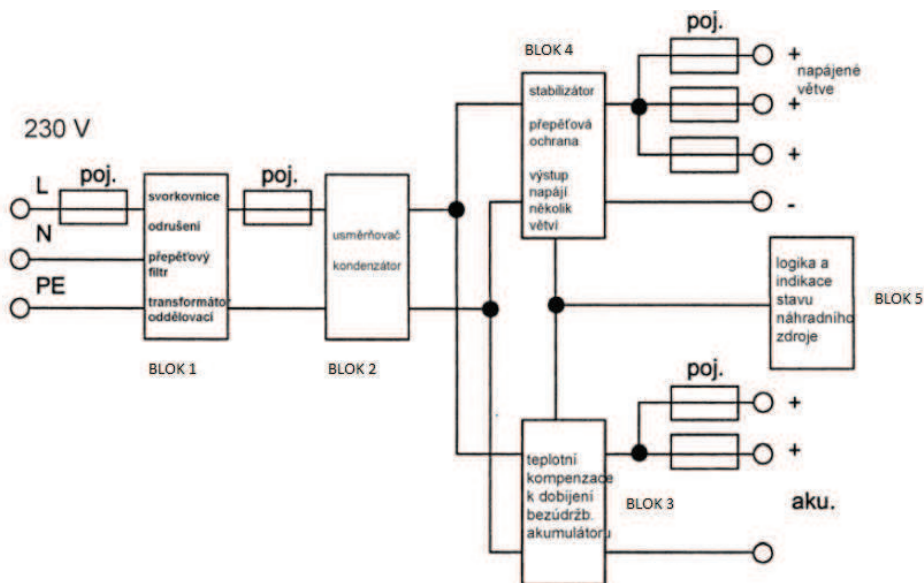
U typů napájecích zdrojů A a B, je-li k dispozici vnější zdroj energie, nesmí být při normálním provozním stavu odebírán žádný proud ze záložního zdroje, kromě případu zkoušky akumulátoru, pokud se provádí.

2.1.1 Typ A

Energie je dodávána z vnějšího zdroje energie (např. sítě), a v případě jeho výpadku z dobíjeného záložního zdroje (např. akumulátoru), který je automaticky dobíjen z vnějšího zdroje energie.



Obr.2.1 Napájecí zdroj typu A. [1]



Obr. 2.2 Blokové schéma napájecího zdroje typu A. [2]

2.1.1.1 Blok 1

Síťová část je řešena jako elektrický předmět třídy I. Svorkovnice je určena pro připojení pevného třížilového přívodu. Na vstupu síťové části je zařazen odrušovací člen a přepětový filtr. Primární obvod má vlastní jištění tavnou pojistkou. Síťové napětí je sníženo na potřebnou hodnotu pomocí bezpečnostního oddělovacího transformátoru. Sekundární obvod má rovněž samostatné jištění tavnou pojistkou.

2.1.1.2 Blok 2

Tento blok obsahuje dostatečně proudově dimenzovaný usměrňovač a vyhlazovací kondenzátor vhodné kapacity. Poté se napětí dělí do dvou paralelních větví.

2.1.1.3 Blok 3

Slouží k zajištění teplotně kompenzovaného stabilizovaného napětí s proudovým omezením k zajištění optimálního dobíjení náhradního zdroje (bez údržbového olověného akumulátoru). Teplotní kompenzace vychází doporučení výrobců bezúdržbových akumulátorů a jejím akceptováním se životnost akumulátorů zvyšuje.

2.1.1.4 Blok 4

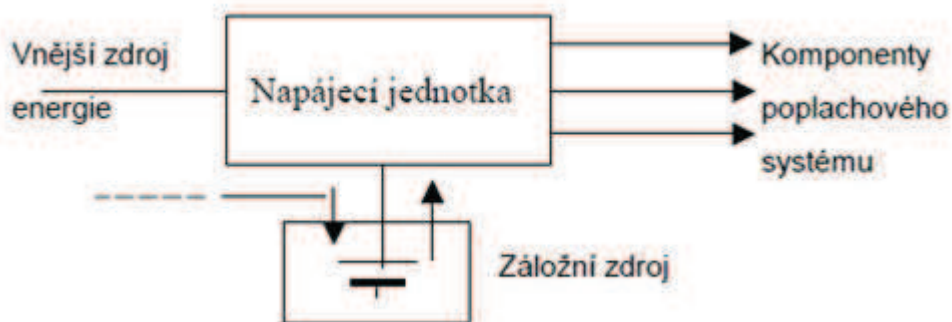
Zajišťuje stabilizaci napětí potřebného k napájení ústředny a prvků systému EZS. Tento výstup na výstupu je opatřen přepětovou ochranou sloužící k ochraně připojených zařízení v případě hrubé poruchy zdroje. Napájecí výstup je rozdělen do několika samostatně jištěných větví.

2.1.1.5 Blok 5

Zahrnuje hlídací logiku zdroje včetně indikačních výstupů. Hlídání pohotovosti náhradního zdroje je zajištěno cyklickým odpojením (každých 6 min.) napájení ze síťové větve zdroje (Blok 4) a připojením systému na náhradní zdroj (po dobu 8 s). V tomto okamžiku logika porovnává napětí náhradního zdroje s referenční hodnotou a rozhoduje o vyhlášení indikace “porucha náhradního zdroje”. Úlohou logiky je i odpojení náhradního zdroje při vybití pod určitou předem stanovenou mez. Tato funkce slouží k ochraně relativně drahých akumulátorů před úplným vybitím.

2.1.2 Typ B

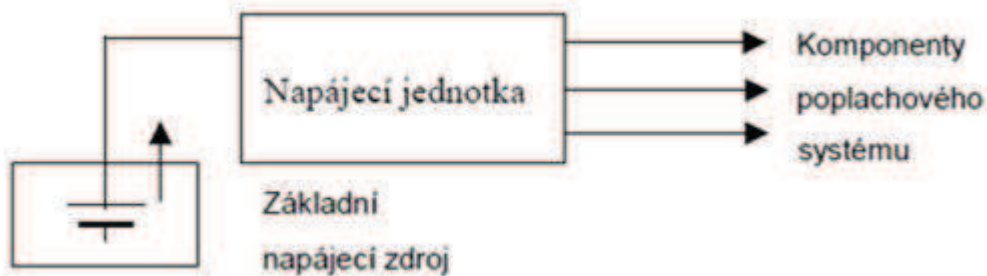
Energie je dodávána z vnějšího zdroje energie (např. síť), a v případě jeho výpadku ze záložního zdroje, který není automaticky dobíjen z vnějšího zdroje energie (např. Lithiový článek).



Obr. 2.3 Napájecí zdroj typu B. [1]

2.1.3 Typ C

Energie je dodávána pouze ze záložního zdroje, který je v tomto případě základním napájecím zdrojem.



Obr. 2.4 Napájecí zdroj typu C. [1]

2.2 Monitorování napájecího zdroje

Musí být zajištěno monitorování napájecího zdroje pro indikaci nepřetržitosti dodávané energie.

2.3 Monitorování napájecích zdrojů typů A a B

Musí být zajištěny monitorovací signály napájecího zdroje pro signalizaci na ústřednu. Monitorovací signály musí být bezpečné proti selhání, to znamená, že při celkovém výpadku funkce napájecího zdroje bude generován poruchový stav.

Signál poruchy vnějšího zdroje energie musí být vyslán do 10s po jeho odpojení. Po opětovném připojení vnějšího zdroje energie musí být signál poruchy zrušen do 10s.

Pokud se objeví některý z následujících stavů náhradního napájecího zdroje např. napětí záložního zdroje klesne pod hodnotu stanovenou výrobcem, musí být do 10s vyslán signál poruchy (podle tabulky 1).

Tab. 1.: Monitorování napájecích zdrojů typů A a B. [1]

Monitorovací signál	Stav	Stupeň 1	Stupeň 2	Stupeň 3	Stupeň 4
Porucha vnějšího zdroje	Porucha vnějšího zdroje energie	M	M	M	M
Porucha náhradního napájecího zdroje	Nízké napětí záložního zdroje	M	M	M	M
	Porucha záložního zdroje	OP	OP	M	M
Porucha výstupu napájení	Nízké výstupní napětí	OP	OP	M	M
M - povinné OP - volitelné					

2.4 Monitorování napájecího zdroje typu C

U napájecího zdroje typu C musí záložní zdroj monitorovat hodnotu nízkého napětí. Primární články, používané u napájecího zdroje typu C musí vyhovovat požadavkům EN 60086, kromě technicky odlišně specifikovaných typů článků. Pokud napětí záložního zdroje poklesne pod úroveň napětí specifikovanou výrobcem, musí být vyslán signál "nízké napětí záložního zdroje". Toto napětí musí být větší než minimální výstupní napětí.

2.5 Doba zálohování

V případě přerušení vnějšího zdroje energie, musí být napájecí zdroj typu A a B schopen poskytnout svůj předepsaný výstup EZS při všech provozních stavech minimálně po dobu v souladu s tabulkou 2.

Doby zálohování udávané v tabulce 2 jsou minimální doby týkající se napájecího zdroje; napájecí zdroje instalované v EZS jako komponenty EZS musí dobu zálohování zajišťovat podle kapitol z EN 50131-1.

Tab. 2.: Doba zálohování. [2]

	Stupeň 1	Stupeň 2	Stupeň 3	Stupeň 4
Minimální doba pohotovosti (hod.) dle ČSN EN 50131-1	12	12	60	60
Minimální doba pohotovosti (hod.) dle ČSN EN 50131-6	8	15	24	24

2.6 Nabíjení u napájecího zdroje typu A

Napájecí zdroj musí být způsobilý nabíjení záložního zdroje po vybití (jak je definováno výrobcem zařízení) nebo z hodnoty, kdy dochází k odpojení (pokud je zajištěna ochrana proti hlubokému vybití).

Záložní zdroj musí být automaticky dobít z vnějšího zdroje energie nejpozději za dobu uvedenou v tabulce 3.

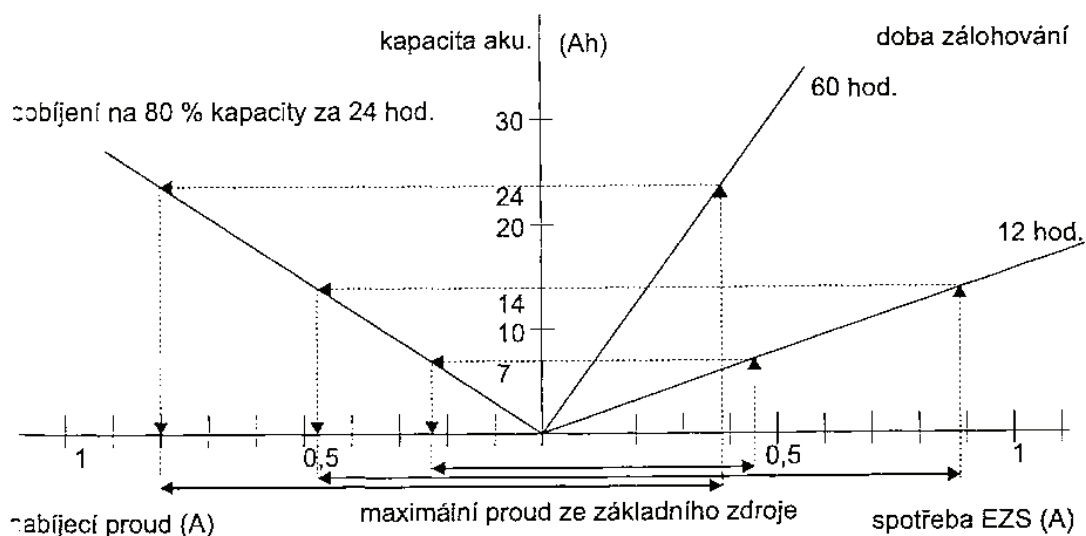
Tab. 3.: Doba nabíjení. [1]

	Stupeň 1	Stupeň 2	Stupeň 3	Stupeň 4
Maximální doba dobíjení na min. 80% kapacity	72	72	24	24

Vyneseme-li tabulkové hodnoty do grafu (obr. 4), můžeme určit ze známého odběru systému v závislosti na požadované době zálohování potřebnou kapacitu akumulátoru potřebnou pro stanovený stupeň zabezpečení.

Dále zde můžeme ze součtu požadovaného dobíjecího proudu a odběru systému stanovit celkové požadované proudové dimenzování zdroje.

Z prostého součtu uvedených proudů stanovíme sice požadovaný výkon zdroje, nejde však o prostý součet proudů. Je nutné si uvědomit, že např. akumulátor o jmenovité kapacitě 7Ah při vbití na 50% v režimu dobíjení konstantním napětím bez proudového omezení je schopen odebrat ze zdroje proud 3,4A a proud poklesne na hodnotu vypočtenou z výše uvedených kritérií cca po 4 hod. dobíjení. Tentýž zcela vybitý akumulátor odebírá v počátcích nabíjení dokonce 4,3A. Z těchto údajů je jasné, že konstrukčně musí být zdroj vybaven minimálně dvěma nezávislými výstupy. Jeden s požadovaným proudovým omezením pro dobíjení akumulátoru a druhý dimenzovaný na celkový odběr systému EZS či jeho část z daného zdroje napájené.



Obr. 2.5 – Graf pro určení kapacity základního a náhradního zdroje.[2]

2.7 Konstrukce

Napájecí zdroj musí splňovat požadavky norem EN 60950:1992, EN 50081-1:1992 a EN 50130-4:1994.

2.7.1 Ochrana proti přepětí

U stupňů 3 a 4 musí být zajištěna ochrana stejnosměrného výstupního napětí proti překročení maximálního výstupního napětí tak, aby nedošlo k poškození ostatních komponentů EZS.

2.7.2 Ochrana proti zkratu a přetížení

Každý samostatný výstup napájecího zdroje musí být chráněn.

2.7.3 Ochrana proti hlubokému vybití

Pokud by se záložní zdroj vybitím mohl poškodit, je nutno u stupňů 3 a 4 zajistit ochranu proti hlubokému vybití.

2.7.4 Zvlnění

Zvlnění jmenovitých výstupních napětí u napájecího zdroje se stejnosměrnými výstupy musí být podle specifikace výrobce a nesmí překročit 5% z jmenovité hodnoty stejnosměrného výstupního napětí.

2.7.5 Ochrana proti sabotáži

Pokud je napájecí zdroj ve společném krytu s jedním nebo více zařízeními EZS, musí být požadavek na ochranu proti sabotáži napájecího zdroje stejný s ostatními zařízeními. Pokud je napájecí zdroj v samostatném krytu, musí být kryt natolik robustní, aby bez jeho viditelného poškození nebylo možno se dostat k vnitřním součástkám. Normální přístup musí vyžadovat použití vhodného nástroje.

Tab. 4.: Ochrana proti sabotáži. [1]

	Stupeň 1	Stupeň 2	Stupeň 3	Stupeň 4
Přísnost (OK kód)	7	7	7	8
Energie nárazu (Joule)	2	2	5	5

2.7.6 Detekce sabotáže

Pokud je napájecí zdroj umístěn v samostatném krytu odděleně od ostatních zařízení EZS, které napájí, musí být zajištěny monitorovací signály detekce sabotáže v souladu s tabulkou 5.

Tab. 5.: Detekce sabotáže. [1]

	Stupeň 1	Stupeň 2	Stupeň 3	Stupeň 4
Otevření normálními prostředky	M	M	M	M
Odstranění z montážního místa	OP	OP	M	M
Proražení krytu	OP	OP	OP	M
M - povinné OP - volitelné				

2.7.7 Otevření krytu

Otevření krytu napájecího zdroje normálními prostředky nesmí umožnit zavedení nástroje k překonání detekce sabotáže.

2.7.8 Odstranění z montážního místa

V závislosti na stupni zabezpečení nesmí být možno oddálit napájecí zdroj z jeho montážního místa o více než 10 mm, aniž by došlo ke generování signálu sabotáže.

2.7.9 Proražení krytu

U stupně 4 napájecího zdroje nesmí být možné prorazit jeho kryt nástrojem vytvářejícím otvor o průměru větším než 4 mm, aniž by došlo ke generování signálu sabotáže. Nepřístupné stěny napájecího zdroje se nemusí monitorovat.

2.8 Zkoušky

Cíl zkoušek: Zkoušky musí prokázat, že napájecí zdroj pracuje při normálním provozním stavu správně.

2.8.1 Výběr třídy prostředí

Napájecí zdroj musí být zkoušen podle třídy prostředí, jak je specifikováno ve výrobní dokumentaci.

2.8.1.1 Vnitřní

Napájecí zdroj musí správně pracovat při vystavení vlivům prostředí normálně se vyskytujícím ve vnitřních prostorech, ve kterých se předpokládá stálé udržování teploty.

2.8.1.2 Vnitřní všeobecné

Napájecí zdroj musí správně pracovat při vystavení vlivům prostředí normálně se vyskytujícím ve vnitřních prostorech, kde není udržována stálá teplota.

2.8.1.3 Venkovní chráněné

Napájecí zdroj musí správně pracovat při vystavení vlivům prostředí normálně se vyskytujícím ve vnějších prostorech, přičemž napájecí zdroj není vystaven plně vlivům počasí.

2.8.1.4 Venkovní všeobecné

Napájecí zdroj musí správně pracovat při vystavení vlivům prostředí normálně se vyskytujícím ve vnějších prostorech, přičemž napájecí zdroj je plně vystaven vlivům počasí

2.8.1.5 Podmínky při zkoušení

Pokud není stanoveno jinak, musí být klimatické podmínky ve zkušební místnosti stejné jako jsou normální klimatické podmínky pro zkoušky a měření, uváděné v IEC 60068-1, článek 5.3.1, to znamená:

Teplota : (15 až 35) °C

Relativní vlhkost : (25 až 75) %

Tlak vzduchu : (86 až 106) kPa

2.8.2 Zkrácené funkční zkoušky

Zkrácená funkční zkouška se skládá z funkční zkoušky podle 2.8.2.1.

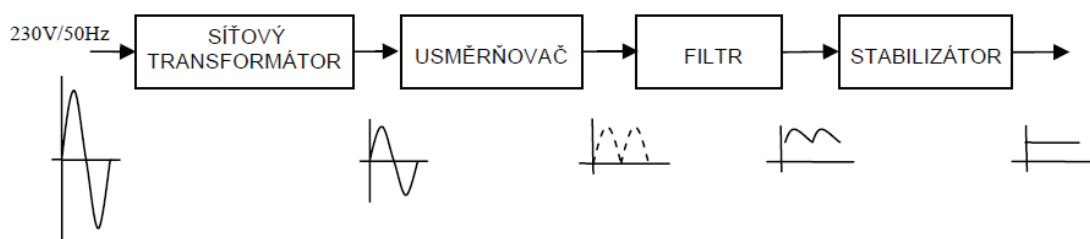
Odpojení vnějšího zdroje energie u napájecího zdroje typu A a B. Kritéria splnění požadavků je, že napájecí zdroj musí zůstat v provozním stavu a musí být schopen na výstupu dodávat nepřetržitě předepsaný výkon.

2.8.2.1 Maximální zátěž

Účelem je prokázat schopnost napájecího zdroje udržet výstupní napětí v rozmezí předepsaných hodnot při maximálním předepsaném zatížení. Při zkoušce je napájecí zdroj zatížen na maximální předepsanou hodnotu a současně se monitoruje jeho výstupní napětí.

3 LINEÁRNÍ NAPÁJECÍ ZDROJE

Klasické lineární (spojitě pracující) zdroje pracují v každé své části se spojitým signálem. Regulace vstupního signálu je tedy spojitá. Tyto zdroje se skládají ze čtyř základních částí – síťového transformátoru, usměrňovače, filtru a stabilizátoru (viz. obr. 1.1).



Obr. 3.1 Blokové schéma lineárního napájecího zdroje.[3]

Síťový transformátor slouží k úpravě střídavého síťového napětí na menší požadované velikosti. Dále galvanicky odděluje zařízení od rozvodné sítě. Usměrňovač je napájen ze sekundárního vinutí transformátoru. Na výstupu usměrňovače je stejnosměrné pulzující napětí. Pro filtraci pulzů se zařazuje vyhlazovací filtr, který se v dnešní době nejčastěji realizuje elektrolytickým kondenzátorem. Tento kondenzátor hromadí náboj a dodává jej do obvodu v okamžiku poklesu pulzujícího vstupního napětí. Lze si rovněž představit, že kondenzátor spolu s odporem diody a transformátoru tvoří dolní propust (integrační členek). Stabilizátor napětí je elektronický obvod, který se snaží udržet výstupní napětí konstantní při kolísání vstupního napětí a při změně proudového odběru do spotřebiče.

Výhodou této koncepce je poměrně jednoduchý návrh. Avšak z důvodu relativně malé účinnosti (~30%), velkých rozměrů a s tím spojené velké hmotnosti se tyto zdroje nahrazují zdroji spínanými.[3]

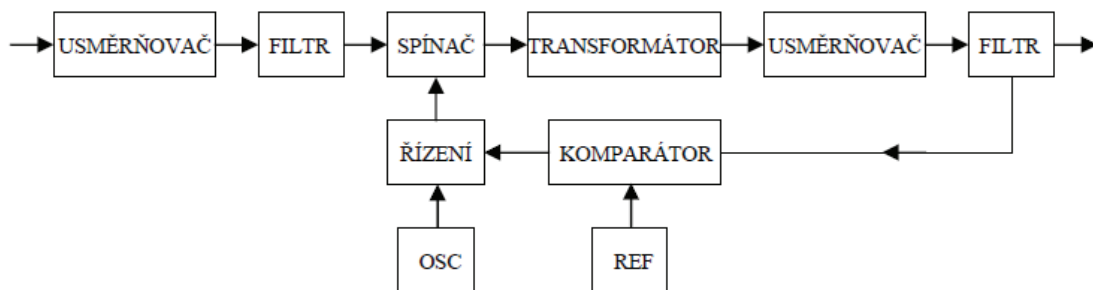
4 SPÍNANÉ NAPÁJECÍ ZDROJE

Účinnost spínaných zdrojů se běžně pohybuje v rozmezí od 60 do 80%. Z tohoto důvodu se více používají spínané zdroje. Blokové schéma spínaného zdroje se skládá z několika základních částí, znázorněných na obr. 4.1. Ne vždy obsahuje spínaný zdroj všechny tyto části a často obsahuje i některé navíc.

Pokud je spínaný zdroj napájen ze sítě, musí mít na vstupu usměrňovač síťového napětí a vyhlazovací kondenzátor. Usměrněné síťové napětí musí být co nejvíce zbaveno střídavé složky, která vzhledem k nízkému kmitočtu 50Hz snadno prochází celým zdrojem až na jeho výstup.

Pro transformaci je důležité převést stejnosměrné vstupní napětí na napětí střídavé. Nejčastěji pomocí spínacího tranzistoru, který signál převede na střídavý obdélníkový o kmitočtu 20KHz až 1MHz.

K vlastní transformaci velikosti napětí se používá cívka nebo transformátor. Výstupní střídavé napětí je nutno usměrnit a opět vyfiltrovat. Vyfiltrované napětí se snímá a v komparátoru se porovnává s referenční hodnotou. Při odchylce se mění buď kmitočet, nebo častěji střída tak, aby se výstupní napětí stabilizovalo na požadovanou hodnotu.



Obr. 4.1 Blokové schéma spínaného napájecího zdroje.[3]

4.1 Rozdělení spínaných zdrojů bez transformátoru

Funkční zapojení spínaných zdrojů lze rozdělit do několika skupin. Spínané zdroje bez transformátoru se používají pro malá napětí a větší proudy nad 1A. Obsahují čtyři základní prvky, kterými jsou spínací tranzistor, usměrňovací diody, filtrační tlumivky a kondenzátory.

4.1.1 Snižující spínaný zdroj

Obvod, ve kterém je cívka zapojena do série se spínačem. V anglosaské literatuře se označení principu tohoto spínacího zdroje nazývá Step-Down nebo BUCK. Cívka je zde zapojena jako část integračního článku LC. Výstupní kondenzátor C je dobíjen proudem I_{La} a na kondenzátoru po sepnutí spínače S roste napětí. Napětí roste tím pomaleji, čím je větší kapacita kondenzátoru C a indukčnost cívky L. V době rozeznutí spínače S se akumulovaná energie mění na dobíjecí proud kondenzátoru C. Aby však proud I_{Lb} mohl protékat je třeba obvod doplnit diodou D, uzavírající proudový obvod I_{Lb} . Až výstupní napětí klesne, řídicí logika opět sepne spínač a celý cyklus se opakuje.[4]

Z dále uvedeného plyne, že energie je do výstupního obvodu dodávána během sepnutí spínače S, ale i když se spínač rozezne. Spínač S je sepnut po dobu T_a a na konci tohoto časového intervalu je na cívce proud, který je dán vztahem (1).[3]

$$\Delta I_{La} = \frac{U_1 - U_Z}{L} \times T_a \quad (1)$$

Při rozeznutí spínače S a zátěž je napájena energií akumulovanou v tlumivce L přes rekuperační diodu D. Proud v tlumivce přibližně lineárně klesá a za celý interval T_b poklesne na

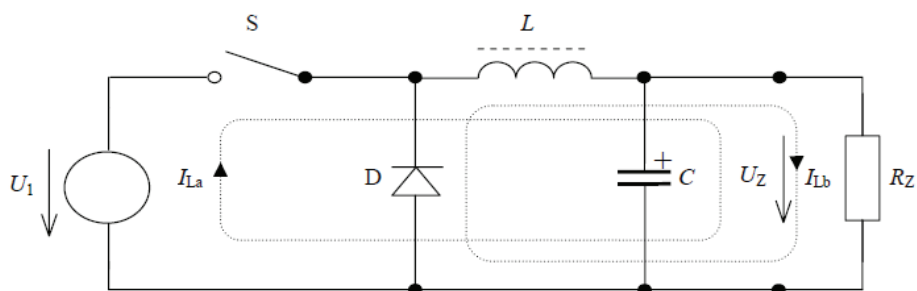
$$\Delta I_{Lb} = \frac{U_Z}{L} \times T_b \quad (2)$$

Ze zákona o zachování energie plyne

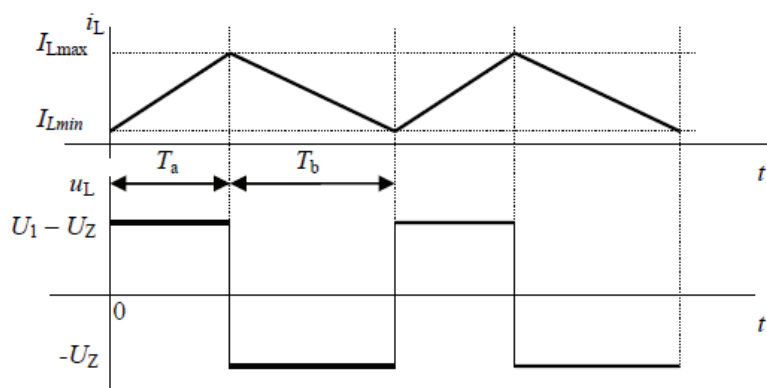
$$\Delta I_{La} = \Delta I_{Lb} \quad (3)$$

Na výstupu bude tedy napětí o velikosti

$$U_Z = U_1 \times \frac{T_a}{T_a + T_b} \quad (4)$$



Obr. 4.2 Snížující měnič.[3]



Obr. 4.3 Průběh napětí a proudu v obvodu snížujícího měniče.[3]

5 OLOVĚNÉ AKUMULÁTORY

Olověné akumulátory jsou v dnešní době nejpoužívanější náhradní zdroje. Jejich velkou výhodou je spolehlivost, relativně nízká cena, dostupnost olova, vysoká elektrochemická účinnost a velice malý vnitřní odpor (cca 0,001 Ohmu), díky němuž je akumulátor schopen dodat po krátký okamžik vysoký proud při zanedbatelném poklesu jeho svorkového napětí. Životnost je omezena a pohybuje od několika set až k tisícům cyklů nabití – vybití. Mezi nevýhody patří velká hmotnost olova a tím související nižší měrná energie.

5.1 Princip činnosti

Olověný akumulátor tvoří olověné desky ponořené do zředěné kyseliny sírové o dané koncentraci. Nabíjení a vybíjení je důsledkem vratného chemického procesu. Ve vodném roztoku jsou disociovány mnohé molekuly kyseliny sírové H_2SO_4 na anionty SO_4^{2-} . Z olověných destiček se uvolňují dvojmocné kationty olova Pb^{2+} a destičky samotné tak získávají stejný záporný náboj. V blízkosti destiček se kationty olova a anionty SO_4^{2-} slučují na síran olovnatý PbSO_4 na obou destičkách se vytváří jeho vrstva. Elektrické napětí mezi destičkami je nulové. [4]

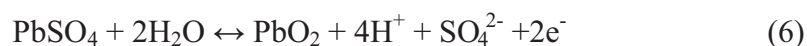
5.1.1 Nabíjení

Připojíme-li podle (Obr. 5.1) k oběma olověným destičkám zdroj stejnosměrného napětí, začne probíhat elektrolyza. Kationty H^+ se pohybují k destičce připojené k zápornému pólu zdrojem, zatímco anionty HSO_4^- a SO_4^{2-} ke kladnému pólu. Na záporné elektrodě začne probíhat reakce.

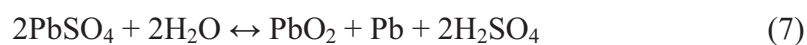
Chemické reakce na záporné elektrodě při nabíjení a vybíjení:



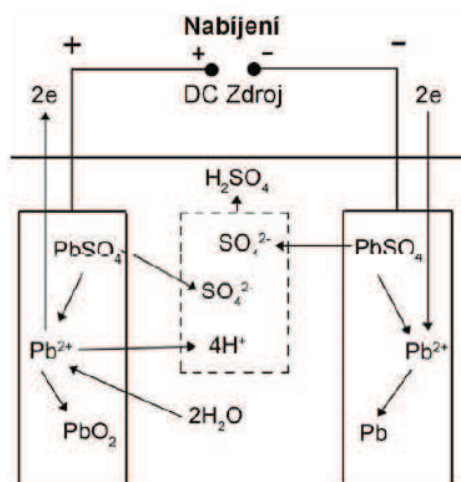
Chemické reakce na kladné elektrodě při nabíjení a vybíjení:



Celková reakce v olověném akumulátoru je:



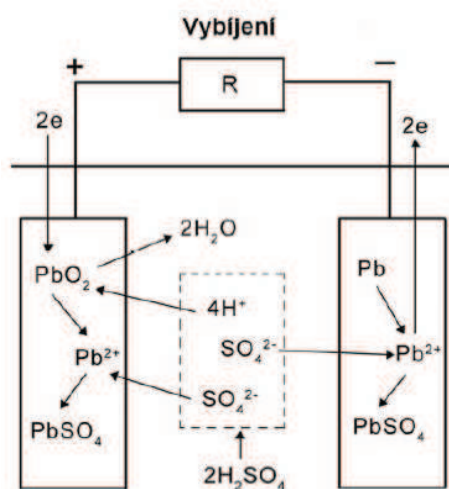
Šipka vlevo označuje vybíjení a vpravo nabíjení.



Obr. 5.1 Nabíjení olověného akumulátoru.[4]

Při nabíjení se tvoří kyselina sírová H_2SO_4 a elektrolyt houstne. Po skončení nabíjení je na kladné elektrodě tmavohnědý oxid olovičitý PbO_2 a na záporné elektrodě je jemně rozptýlené tmavošedé olovo.[4]

5.1.2 Vybíjení



Obr. 5.2 Vybíjení olověného akumulátoru.[4]

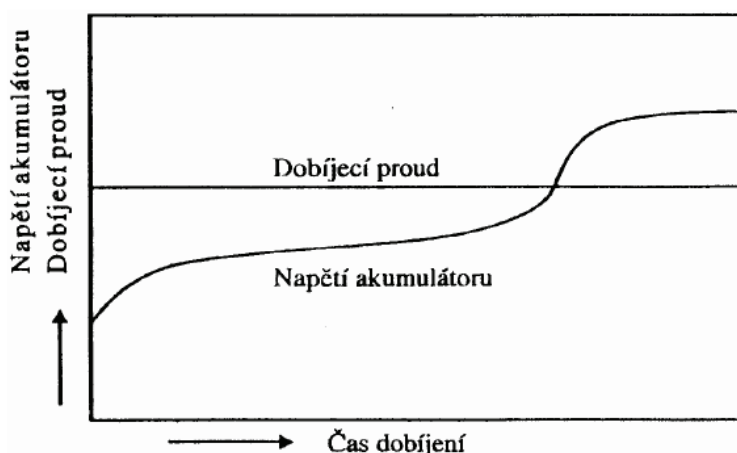
Připojíme-li ke svorkám nabitého akumulátoru zátěž (Obr. 5.2), začne jím protékat elektrický proud, přičemž na obou elektrodách probíhají opačné reakce než při nabíjení. Na záporné elektrodě dochází k oxidaci olova, na kladné elektrodě k redukci olova. Aktivní hmota reaguje s kyselinou sírovou a obě elektrody se znovu pokrývají vrstvou nevodivého síranu olovnatého PbSO_4 a elektrolyt řídne.

5.1.3 Nabíjení hermetických bezúdržbových akumulátorů

Běžně se pro nabíjení akumulátoru používá nabíjení konstantním proudem, konstantním napětím nebo kombinací obou.

5.1.3.1 Nabíjení konstantním proudem

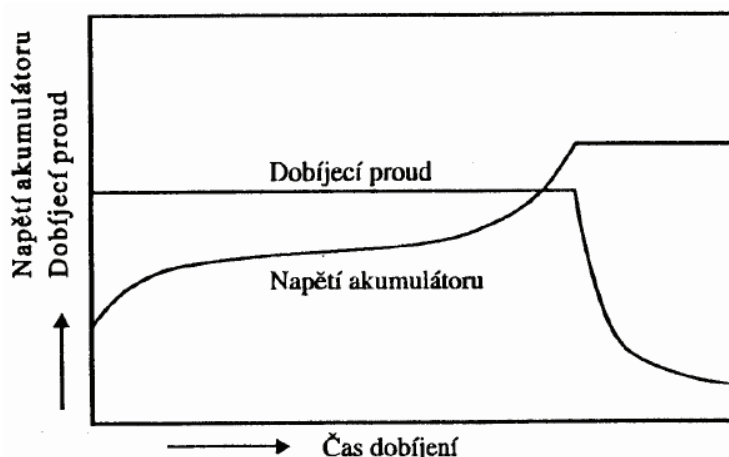
Tento způsob dobíjení je doporučován tam, kde je známa hloubka vybití. Nabíjecí čas tak může být určen přesněji. Je však potřebné zajistit stabilizovaný zdroj konstantního proudu. Dále je nutné sledovat nabíjecí napětí, abychom předešli negativním důsledkům přebíjení akumulátoru. Průběh nabíjecího proudu a napětí akumulátoru je na obr. 5.3.[5]



Obr. 5.3 Průběh napětí na akumulátoru při nabíjení konstantním proudem.[5]

5.1.3.2 Nabíjení konstantním napětím

Tento způsob nabíjení je pro bezúdržbové akumulátory nejlepší. Kromě konstantního napětí musí být omezen i proud z nabíječky, aby nedošlo k poškození akumulátoru vlivem příliš velkého nabíjecího proudu do hluboce vybitého akumulátoru. Podle aplikace mohou být akumulátory dobíjeny trvale nebo podle potřeby. V aplikacích, kde jsou akumulátory použity jako zálohovací zdroj napětí je doporučeno trvalé nabíjení. Nabíjení konstantním napětím podle potřeby se používá hlavně u přenosných zařízení, kde nelze určit hloubku vybití akumulátoru. Na obr. 5.4 je zachycen typický průběh nabíjecího proudu a napětí při nabíjení konstantním napětím s omezením proudu. Při dobíjení roste napětí a klesá dobíjecí proud.[5]



Obr. 5.4 Nabíjení konstantním napětím s omezením proudu.[5]

Pro nabíjení v cyklickém režimu se používá hodnota nabíjecího napětí 14,7V a pro režim trvalého nabíjení je hodnota napětí obecně 13,65V.

6 VLASTNÍ NÁVRH ZÁLOHOVANÉHO ZDROJE

Zdroj musí poskytovat napájecí napětí 12V. Napájecí nároky vycházejí z požadavku na napájení vybrané ústředny JA-83K zabezpečovacího systému Oasis firmy Jablotron.

Oasis je koncipován jako bezdrátový systém a díky tomu je jeho instalace snadná. Připojit lze také klasické prvky kabelem. Drátové a bezdrátové periferie lze libovolně kombinovat, takže je možná jak zcela bezdrátová, tak drátová anebo kombinovaná sestava.

V přednastavené sadě systém Oasis obsahuje již bezdrátové komponenty jako klávesnici, detektor pohybu, detektor otevření dveří, sirénu a přístupovou kartu. Součástí systému je i GSM komunikátor JA-82, který je napájen z ústředny. [8]

V návrhu budu uvažovat jako o zcela bezdrátové sestavě.

Tab. 6.: Napájecí nároky použitých komponentů. [8]

Zřízení	U [V]	Spotřeba [mA]	Spotřeba [W]
JA-83K	12	1200	14,4

Spotřeba ústředny je při maximálním trvalém odběru 1,2A. Zdroj tedy bude dimenzován na 1,5 A.

6.1 Výběr transformátoru

Transformátory s toroidními jádry se vyznačují nízkým rozptylem elektromagnetického pole, nízkým proudem naprázdno, vysokou účinností a snadnou montáží. Vývody se standardně vyvádí lanky na jedné straně toroidu. Jsou určeny hlavně pro vestavbu do elektronických zařízení.

Transformátor toroidní TST 050/124 parametry:[7]

Výkon: 50VA

Napětí primárního vinutí: 230V AC

Napětí sekundárního vinutí: 24V

Proud sekundárního vinutí: 2,08A,

Frekvence: 50Hz

Rozměry: 85x35mm

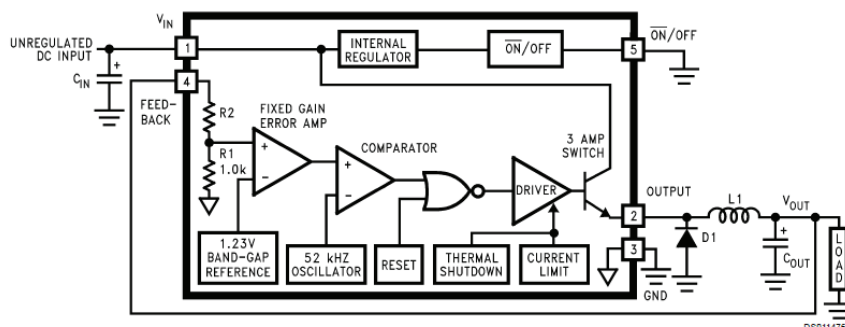
Vývody: vodiče 150mm

Hmotnost: 0,7kg

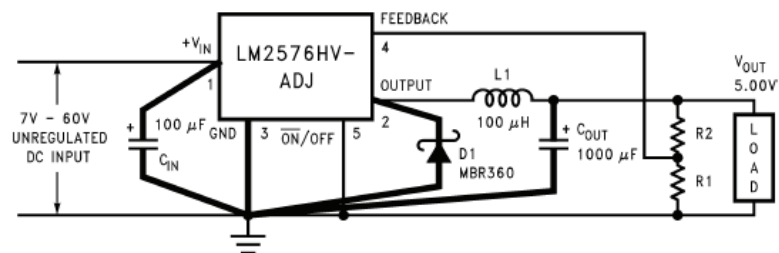
6.2 Výběr spínaného regulátoru

Obvod LM2576HVT-ADJ se vyrábí pro nastavitelné výstupní napětí 1,23 až 37V. Obsahuje zdroj referenčního napětí 1,23V, zesilovač chybového napětí, obvod pro vytvoření pulsní šířkové modulace (PWM), výkonový spínací tranzistor a obvody ochrany.

Vně připojujeme Schottkyho diodu, tlumivku, filtrační kondenzátor a rezistory R_1 a R_2 , kterými nastavujeme výstupní napětí. Blokové schéma obvodu LM2576HVT-ADJ se základními vnějšími součástkami je na obr. 6.1.



Obr. 6.1 Blokové schéma obvodu LM2576HV-ADJ.[6]



Obr. 6.2 Katalogové zapojení pro zdroj napětí regulátoru LM2576HV-ADJ.
[6]

Velikost R_2 vypočítáme podle vzorce:

$$R_2 = R_1 \times \left(\frac{U_{OUT}}{U_{REF}} - 1 \right) \quad (8)$$

Kondenzátor C_{OUT} vypočítáme podle vzorce:

$$C_{OUT} = 13,3 \times \left(\frac{U_{IN MAX}}{U_{OUT} \times L} - 1 \right) \quad (9)$$

Odpor R_1 volíme 1 až 5k Ω . Obvod LM2576T-ADJ může poskytovat trvalý výstupní proud až 3A. Obvod pracuje se spínaným kmitočtem 52kHz. Vstupní V_{IN} se může pohybovat v rozsahu 7 až 40V. Minimální rozdíl vstupního a výstupního napětí je 2V. Vlastní odběr proudu je 8 až 20mA. Volbu tlumivky L volíme podle požadovaného výstupního proudu zdroje.

6.3 Návrh spínaného zdroje

Podle předchozí kapitoly jsem navrhl vlastní zdroj. Hlavními parametry jsou výstupní napětí 12V a výstupní proud 1,5A. Podle vzorce 8. vypočítáme

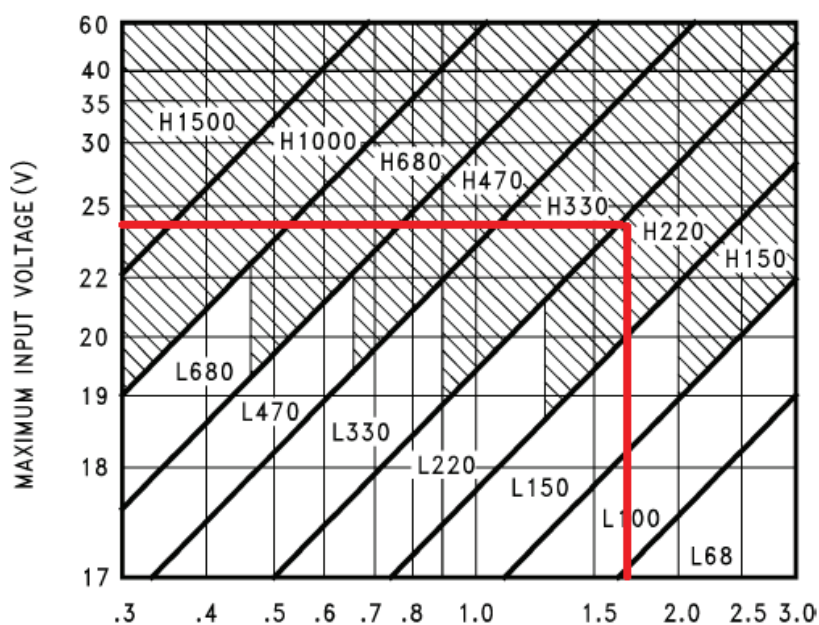
$$R_2 = 1000 \times \left(\frac{12}{1,23} - 1 \right) = 8756\Omega$$

a výstupní kondenzátor vypočítáme podle vzorce 9.

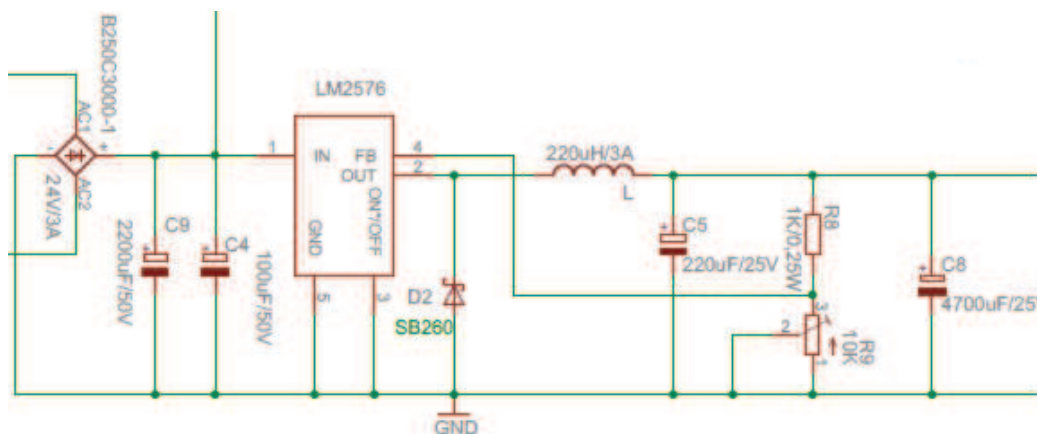
$$C_{OUT} = 13,3 \times \left(\frac{24}{12 \times 220} - 1 \right) = 120,9\mu F$$

Kondenzátor C_{OUT} byl zvolen nejbližší vyšší hodnotě $220\mu\text{F}$. Indukčnost tlumivky L byla určena z grafu katalogového listu. Tlumivky L volíme podle požadovaného výstupního proudu zdroje a vstupního napětí U_{INPUT} . Pro vyšší výstupní proud jak $1,5\text{A}$ a vstupní napětí 24V vychází $220\mu\text{H}$. Byla použita vývodová tlumivka DPU $220\mu\text{H}/3\text{A}$.

Elektrolytický kondenzátor C_9 slouží k vyhlazení napětí a kondenzátor C_8 k vykrytí výpadku síťového napájení a přepnutí na záložní zdroj.



Obr. 6.3 Graf určení indukčnosti tlumivky. [6]



Obr. 6.4 Navržený spínaný zdroj.

6.4 Výběr záložního zdroje

Z tabulky 2. a 6. si spočítáme potřebnou kapacitu akumulátoru. Při maximálním trvalém odběru 1,2A po dobu 8 hodin bude celková kapacita akumulátoru:

$$1,2A \times 8h = 9,6Ah$$

Z důvodu ceny akumulátorů byl vybrán olověný akumulátor WP7.2-12 značky Kung Long, který má kapacitu 7,2Ah.

Pro nabíjení v cyklickém režimu je napětí uvedeno výrobcem 14,4 až 15V nabíjecím proudem o maximální hodnotě 2,16A a v režimu trvalého nabíjení 13,5 až 13,8V. [9]

6.5 Návrh nabíjení záložního zdroje

Nabíjecí obvod je tvořen stabilizátorem napětí LM317T. Obvod byl vybrán z důvodu jednoduchého zapojení a nízké ceny. Schéma zapojení nabíjecí části je zobrazeno na obrázku. Stabilizátor LM317T je zapojený v zapojení doporučené výrobcem.

Výstupní napětí se nastaví odporovým děličem R_2 a kombinací R_3 a odporovým trimrem TR_5 . Když je akumulátor vybitý nabíjí se konstantním proudem I_{nmax} a jeho svorkové napětí postupně vzrůstá. Dosáhnutím velikosti $U_{out max}$ (14,4V) se přestane svorkové napětí zvětšovat a začne se zmenšovat nabíjecí proud. Velikost nabíjecího proudu je doporučena jedna desetina číselné hodnoty jmenovité kapacity akumulátoru. Po úplném nabití teče do akumulátoru jen nepatrný proud, který kompenzuje samovybití, akumulátor je tedy nabíjen konstantním napětím. Odpor R_1 a tranzistor T_1 omezují nabíjecí proud na maximální velikost I_{nmax} .

Dioda LED1 signalizuje správný chod nabíječky, při odpojeném akumulátoru, je zaručen klidový proud stabilizátorem. Tato dioda slouží technikovi při kontrole správného chodu nabíjení. Dioda D_1 použita v zapojení slouží k zabránění pronikání proudu zpět do obvodu při odpojení síťového napětí a napájení z akumulátoru.

Nabíjený akumulátor je připojen ke svorkám X1-1 a X1-2. LM317 je opatřen chladičem, který odvádí teplo způsobené výkonovou ztrátou na tomto obvodu při nabíjení.

Rezistor R_2 musí mít podle doporučení výrobce hodnotu 240Ω a R_4 100Ω . [10] Kondenzátory C_1 a C_2 zlepšují stabilitu a odezvu na skokovou změnu zátěže. Kondenzátor C_3 zlepšuje potlačení zvlnění na výstupu.

Odpor R_3 je určen vztahem:

$$R_3 = \left[\left(\frac{U_{OUT} + 0,6}{1,25} \right) - 1 \right] \times R_2 \quad (10)$$

Odpor R_1 vypočítáme následovně:

$$R_1 = \frac{0,6}{I_{n \max}} = \frac{0,6}{0,72} = 0,83 \Omega$$

Podle vztahu 8. vypočítáme odpor R_3

$$R_3 = \left[\left(\frac{14,5 + 0,6}{1,25} \right) - 1 \right] \times 240 = 2659 \Omega$$

Napětí 0,6V je napětí, při kterém se otevře tranzistor, který omezí napětí na výstupu a tudíž i proud akumulátorem. Rezistor R_3 volíme 560Ω a k doladění požadovaného výstupního napětí trimr TR_5 $2K5 \Omega$.

Výpočet předřadného odporu k LED diodě. Napětí na rezistoru je rovno napětí na diodě odečtením od napětí zdroje.

$$U_R = U_Z - U_D \quad (11)$$

A poté z Ohmova zákona vypočítáme odpor rezistoru. Z katalogu diody víme, že napětí na LED je 3,3V a že maximální proud protékající diodou je 20mA.[11]

$$U_R = 13,8 - 3,3 = 10,5V$$

$$R = \frac{U_R}{I_D} = \frac{10,5}{0,02} = 525 \Omega$$

Volíme hodnotu 560Ω .

Spínací část je od napájecí, galvanicky oddělena optočlenem CNY17, který obsahuje LED diodu a fototranzistor. Obvod, který řídí tranzistorový spínač je připojen přímo na napětí 230V, z důvodu vykrytí časové prodlevy, která by vznikla vybíjením kondenzátorů, pokud by byl připojen ve zdrojové části. Napětí je přes omezovací odpory a kondenzátor usměrněno diodovým můstkem a přes rezistor R_{12} je nastaven proud LED v optočlenu.

Kondenzátor použitý jako předřadník je nejlépe použít fóliový. Je nutné, aby byl určený pro provoz při napětí sítě. Takže musí být určen minimálně pro napětí 230V střídavých nebo 630V stejnosměrných. Nelze použít kondenzátor elektrolytický, protože ten nesmí být zapojený v obvodu střídavého proudu. Kapacitu kondenzátoru lze zvolit tak, aby proud jím procházející mohl po usměrnění přímo napájet LED optočlenu. Protože proud předbíhá napětí o 90° , nevzniká na (ideálním) kondenzátoru žádná výkonová ztráta a kondenzátor se nezahřívá. Reaktanci kondenzátoru lze spočítat pomocí vzorce 12.

$$X_C = \frac{1}{2 \times \pi \times f \times C} \quad (12)$$

Napětí sítě je 230V 50Hz, proud LED 60mA, který najdeme v katalogovém listu pro CNY17.[14] Je potřeba vypočítat velikost předřadníku. Velikost impedance kondenzátoru je podle Ohmova zákona.

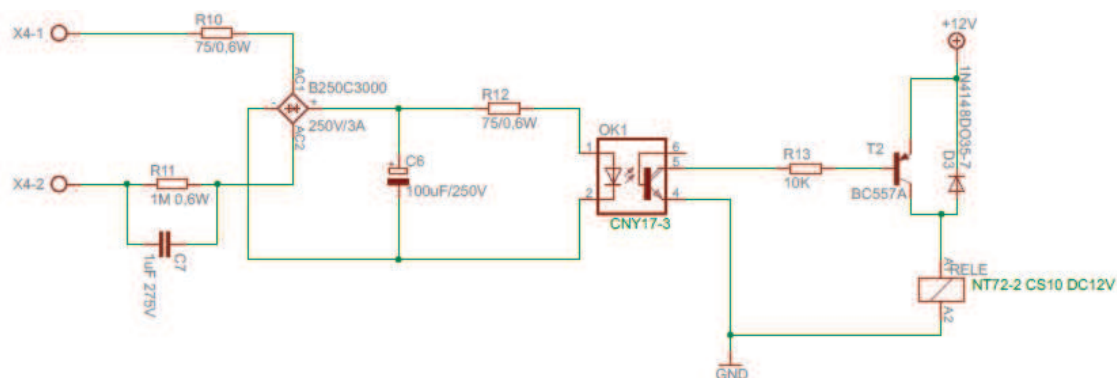
$$X_C = \frac{230}{0,06} = 3833\Omega$$

Z toho kapacitu kondenzátoru spočítáme.

$$C = \frac{1}{2 \times \pi \times f \times X_C} = \frac{1}{2 \times \pi \times 50 \times 3833} = 830nF$$

Volíme hodnotu $1\mu F$.

Rezistor R_{11} má za úkol vybit kondenzátor C_7 při výpadku sítě. Odpory R_{10} a R_{12} chrání LED optočlenu.



Obr. 6.6 Tranzistorový spínač pro relé.

6.7 Ochrana proti přepětí a zkratu na výstupních svorkách

Ochranu proti přepětí zajišťuje varistor, který je umístěn na primárním vinutí transformátoru. Varistor je napětově závislý nelineární prvek pracující na principu skokové změny impedance ve hmotě vyrobené lisováním a spékáním práškové směsi složené z oxidů některých kovů. Pokud je hodnota napětí na jeho svorkách nižší než tzv. kritická hodnota napětí, chová se varistor jako „rozpojený“. Při dosažení kritického napětí se začne ve varistoru lavinovým způsobem zvyšovat hodnota protékajícího proudu, což vede k výraznému zvyšování teploty tzv. lokálních mikrooblastí. To má za následek další lavinovitý nárůst proudu tekoucího varistorem až do stavu „otevřeno“. Hodnota napětí na otevřeném varistoru výrazně poklesne pod hodnotu kritického napětí. Tento stav trvá do té doby, než hodnota proudu tekoucí varistorem neklesne pod tzv. kritickou nebo těž přídržnou hodnotu. Pak dojde k obnovení jeho nevodivého stavu.

Byl vybrán varistor S14K275, který se chová jako rozpojený, pokud je na jeho svorkách napětí menší jak 710V.

Na vstupu byla taky umístěna pojistka, která chrání obvod proti vysokým proudům při poruše přístroje. Obvodem teče maximální proud 1,5A proto byla zvolena nevratná pojistka 2,5A.

6.8 Odpojení záložního akumulátoru při velmi nízkém napětí

Akumulátor by měl vydržet co nejvíce let, jeho životnost se ale zkracuje, když ho hluboce vybíjíme. Při provozu z akumulátoru je sledován stupeň jeho vybití a před úplným vyčerpáním se vyhlásí technický poplach a potom se akumulátor odpojí. Po zapnutí sítě se automaticky připojí a dobije. Návrh na odpojení akumulátoru tato bakalářská práce neobsahuje.

6.9 Měření zatěžovací charakteristiky

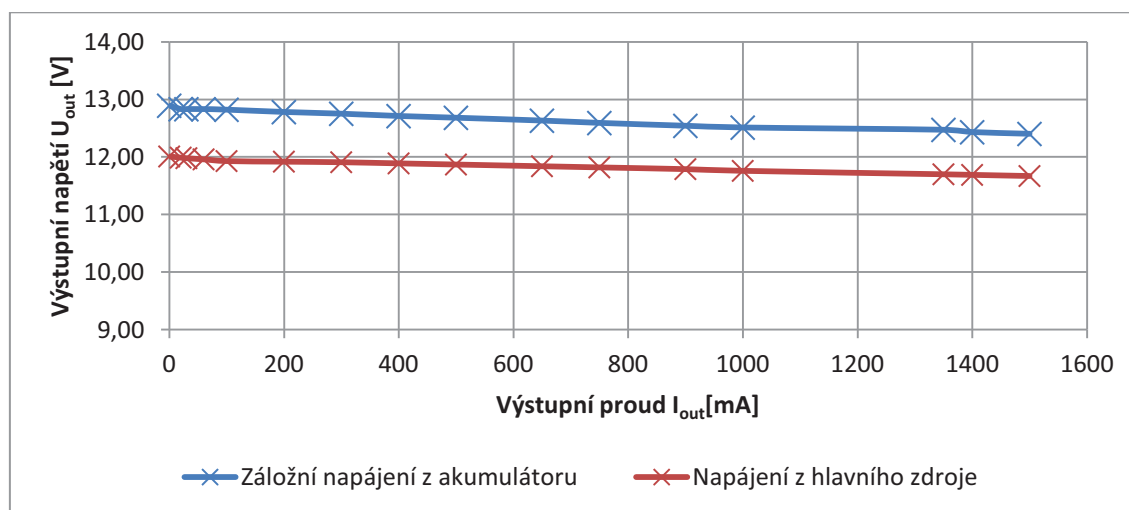
Schéma zapojení pro měření zatěžovací charakteristiky zdroje je na obrázku 1. Změnou zátěže R ovlivňujeme odebíraný proud. Zatěžovací charakteristikou napěťového zdroje rozumíme závislost napětí na svorkách zdroje U_{OUT} na odebíraném proudu I_{OUT} .

Tab. 7.: Naměřené hodnoty zatěžovací charakteristiky akumulátoru

U_{OUT} [V]	12,89	12,83	12,83	12,83	12,82	12,78	12,75	12,71
I_{OUT} [mA]	0	20	30	60	100	200	300	400
U_{OUT} [V]	12,68	12,63	12,59	12,54	12,51	12,47	12,43	12,40
I_{OUT} [mA]	500	650	750	900	1000	1350	1400	1500

Tab. 8.: Naměřené hodnoty zatěžovací charakteristiky hlavního zdroje

U_{OUT} [V]	12,01	11,99	11,98	11,96	11,93	11,92	11,91	11,89
I_{OUT} [mA]	0	20	30	60	100	200	300	400
U_{OUT} [V]	11,87	11,84	11,82	11,79	11,76	11,70	11,69	11,67
I_{OUT} [mA]	500	650	750	900	1000	1350	1400	1500



Obr. 6.7 Zatěžovací charakteristika hlavního a záložního zdroje

Z grafu je patrné, že u navrženého zdroje dojde při maximálním zatížení pokles výstupního napětí o několik desetin voltu.

6.10 Návrh chladiče pro stabilizátor LM317

Nejdříve si spočítáme maximální ztrátový výkon, který je rozdíl vstupního a výstupního napětí a vynásobený maximálním odebíraným proudem.

$$\begin{aligned}P &= (U_{IN} - U_{OUT}) \times I_{MAX} \\P &= (24 - 14,5) \times 0,72 = 6,84W\end{aligned}\tag{13}$$

Celkový tepelný odpor R_{ζ}

$$R_{\theta} = \frac{V_J - V_A}{P}\tag{14}$$

$$R_{\theta} = \frac{150C^{\circ} - 45C^{\circ}}{6,84W} = 15,3C^{\circ}/W$$

Kde V_J je maximální teplota přechodu a V_A teplota okolí, kde se používá $54^{\circ}C$.

Předpokládáme, že tepelný odpor styku pouzdra a $R_{\theta PRECH}$ nepřekročí $1^{\circ}C/W$. Pak tepelný odpor chladiče $R_{\theta CHL}$:

$$\begin{aligned}R_{\theta CHL} &= R_{\theta} - (K_1 + R_{\theta PRECH}) \\(15) \quad R_{\theta CHL} &= 15,3C^{\circ}/W - (4C^{\circ}/W + 1C^{\circ}/W) = 10,3C^{\circ}/W\end{aligned}$$

Na stabilizátor byl připevněn chladič odpovídající vypočítané hodnotě TO220.

7 ZÁVĚR

Tato bakalářská práce se zabývá požadavky na napájení zabezpečovacích systému a obsahuje seznámení se s problematikou nabíjení olověných akumulátorů a s vysvětlením základního principu činnosti snižujícího spínaného zdroje.

Hlavním cílem práce bylo navrhnout a realizovat funkční vzorek napájecího zdroje s olověným akumulátorem. Byl navrhnut snižující spínaný zdroj se stabilizátorem LM2576HVT-ADJ, který dodává napájecí napětí 12V a umožňuje odebírat až 1,5A. Napájecí zdroj obsahuje nabíjecí obvod pro nabíjení olověného akumulátoru. Nabíjecí obvod je tvořen stabilizátorem LM317T, který dodává výstupní napětí 14,5V potřebné pro nabíjení olověného akumulátoru s kapacitou 7,2Ah. Záložní zdroj je za normálního provozu kontinuálně nabíjen. Kapacita akumulátoru je poddimenzována z důvodu ceny akumulátorů.

Hlavní zdroj obsahuje obvod, který při výpadku síťového napájení připojí záložní zdroj. Tento obvod obsahuje PNP tranzistor a relé. Návrh byl zpracován v programu pro návrh desek plošných spojů Eagle 6.1.0. Funkční vzorek byl realizován na jednostranné desce plošných spojů, který je spolu s akumulátorem a transformátorem uložen v přístrojovém boxu UKP-30, do kterého vede přívodní napájecí kabel. Akumulátor je v boxu uchycen, aby bylo zabráněno jeho pohybu při manipulaci se zdrojem. Pro ochranu proti přepětí a zkratu je na vstupní části umístěn varistor a pojistka.

Na hlavním a záložním zdroji byla změřena zatěžovací charakteristika, při které byl při maximálním zatížení hlavního zdroje, naměřen úbytek napětí přibližně 0,3V.

Literatura

- [1] Podniková norma Jablotron *PN 50131-6*, 33 stran, [cit. 2012-10-3].
Dostupné na URL:
< <http://www.jablotron.cz/upload/File/pn50131-6.pdf> >
- [2] Kreček, S. a kol.: *Příručka zabezpečovací techniky*. Blatenská tiskárna, Blatná 2003.
- [3] HANTL, J. *Spínané zdroje pro elektronické obvody*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta elektrotechniky a komunikačních technologií. Ústav radioelektroniky, 2009. 42 s., 7 s. příloh. Bakalářská práce. Vedoucí práce: doc. ing. Milan Murina, CSc. [cit. 2012-20-4].
- [4] Vaněk, J., Křivík, P., Novák, V.: *Alternativní zdroje energie*. Brno: VUT Brno, 2006, 149 s. [cit. 2012-05-4].
- [5] Doc.Ing. Jiří Hammerbauer, Ph.D, *Olověné akumulátory*, 20 s. [cit. 2012-05-4].
Dostupné na URL:
<<http://www.jergym.hiedu.cz/~canovm/elektro/clanky2/olov.pdf> >
- [6] Datasheet *dsh.332-138.1*, 22 s, [cit. 2012-20-5].
Dostupné na URL:
< <http://www.gme.cz/dokumentace/332/332-138/dsh.332-138.1.pdf> >
- [7] Transformátor toroidní TST 050/124
Dostupné na URL:
<<http://www.ges.cz/cz/tst-050-124-GES07506943.html>>
- [8] JA-83K ústředna
Dostupné na URL:
<http://www.jablotron.cz/cz/Katalog/zabezpeceni+domu/oasis+868mhz/ustredny/ja83k+ustredna+zabezpecovaciho+systemu+oasis/>
- [9] Datasheet *dsh.331-004.1*, 25 s, [cit. 2012-24-5].
Dostupné na URL:
<<http://www.gme.cz/dokumentace/540/540-203/dsh.540-203.2.pdf>>
- [10] Datasheet *dsh.540-203.2*, 2 s, [cit. 2012-24-5].
Dostupné na URL:
<<http://www.gme.cz/dokumentace/331/331-004/dsh.331-004.1.pdf>>
- [11] Datasheet *dsh.511-571.1*, 9 s, [cit. 2012-24-5].
Dostupné na URL:
< <http://www.gme.cz/dokumentace/511/511-571/dsh.511-571.1.pdf> >
- [12] Datasheet *dsh.634-137.1*, 1 s, [cit. 2012-24-5].
Dostupné na URL:
< <http://www.gme.cz/dokumentace/634/634-137/dsh.634-137.1.pdf> >
- [13] Datasheet *dsh.210-037.1*, 2 s, [cit. 2012-24-5].
Dostupné na URL:
< <http://www.gme.cz/dokumentace/210/210-037/dsh.210-037.1.pdf> >
- [14]] Datasheet *2212*, 8 s, [cit. 2012-24-5].
Dostupné na URL:
<<http://www.datasheetcatalog.org/datasheet/toshiba/2212.pdf>>

Seznam Obrázků

Obr.2.1 Napájecí zdroj typu A [1]	11
Obr.2.1 Blokové schéma napájecího zdroje typu A [2].....	11
Obr.2.3 Napájecí zdroj typu B [1]	13
Obr.2.4 Napájecí zdroj typu C [1]	13
Obr.2.5 Graf pro určení kapacity základního a náhradního zdroje [2]	16
Obr.3.1 Blokové schéma lineárního napájecího zdroje [3]	20
Obr.4.1 Blokové schéma spínaného napájecího zdroje [3]	21
Obr.4.2 Snižující měnič [3].....	23
Obr.4.3 Průběh napětí a proudu v obvodu snižujícího měniče [3]	23
Obr.5.1 Nabíjení olověného akumulátoru [4].....	25
Obr.5.2 Vybíjení olověného akumulátoru [4].....	25
Obr.5.3 Průběh napětí na akumulátoru při nabíjení konstantním proudem [5]	26
Obr.5.4 Nabíjení konstantním napětím s omezením proudu [5].....	27
Obr.6.1 Blokové schéma obvodu LM2576HV-ADJ [6].....	28
Obr.6.2 Katalogové zapojení pro zdroj napětí regulátoru LM2576HV-ADJ [5]	29
Obr.6.3 Graf určení indukčnosti tlumivky [6]	30
Obr.6.4 Navržený spínaný zdroj	30
Obr.6.5 Nabíjecí obvod záložního zdroje	33
Obr.6.6 Tranzistorový spínač pro relé	35
Obr.6.7 Zatěžovací charakteristika hlavního a záložního zdroje.....	36

Seznam Tabulek

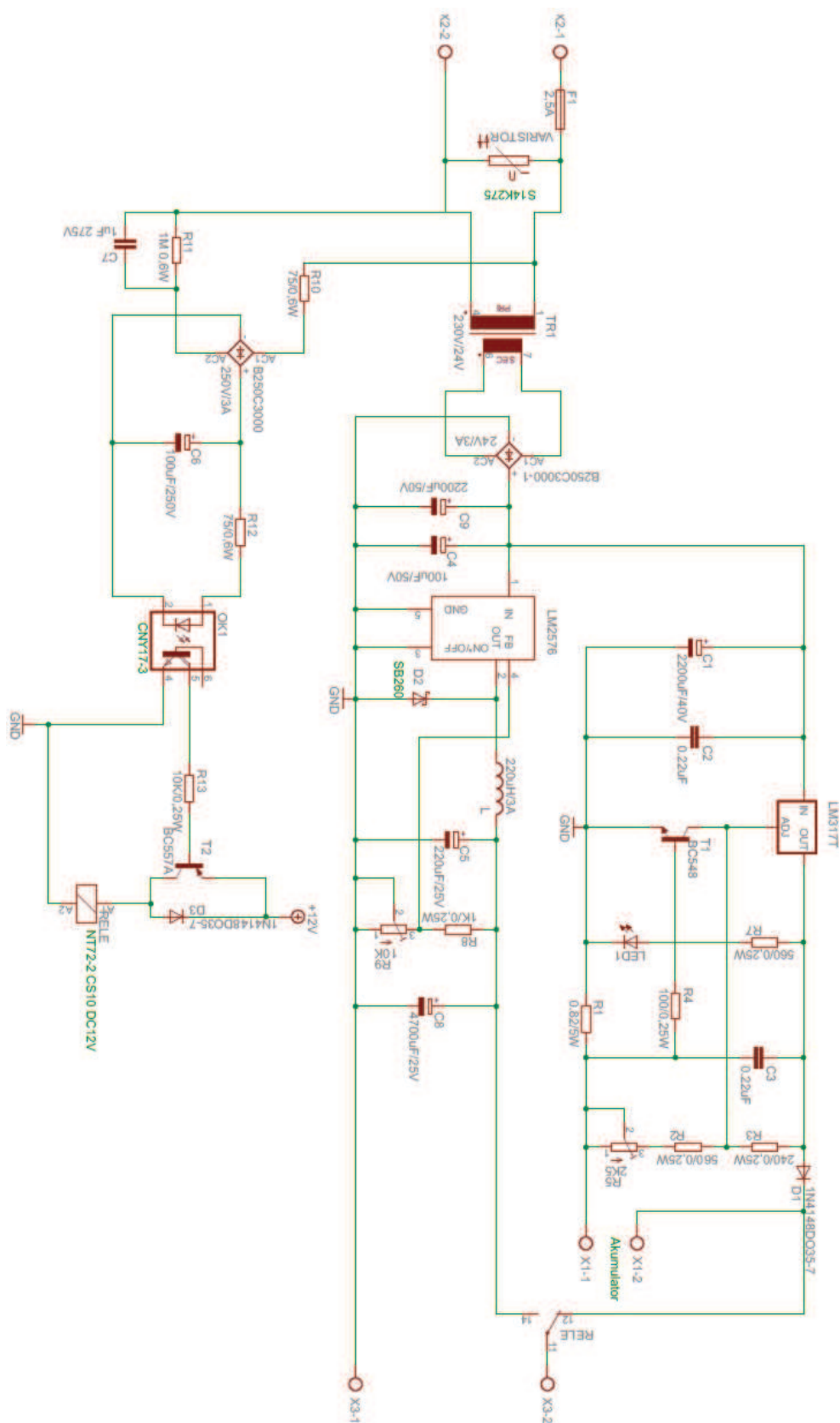
Tab. 1 Monitorování napájecích zdrojů typů A a B [1]	14
Tab. 2 Doba zálohování [2]	15
Tab. 3 Doba nabíjení [1]	15
Tab. 4 Ochrana proti sabotáži [1].....	17
Tab. 5 Detekce sabotáže [1]	17

Tab. 6 Napájecí nároky použitých komponentů [8].....	27
Tab. 7 Naměřené hodnoty zatěžovací charakteristiky akumulátoru.....	35
Tab. 8 Naměřené hodnoty zatěžovací charakteristiky hlavního zdroje.....	35

Seznam příloh

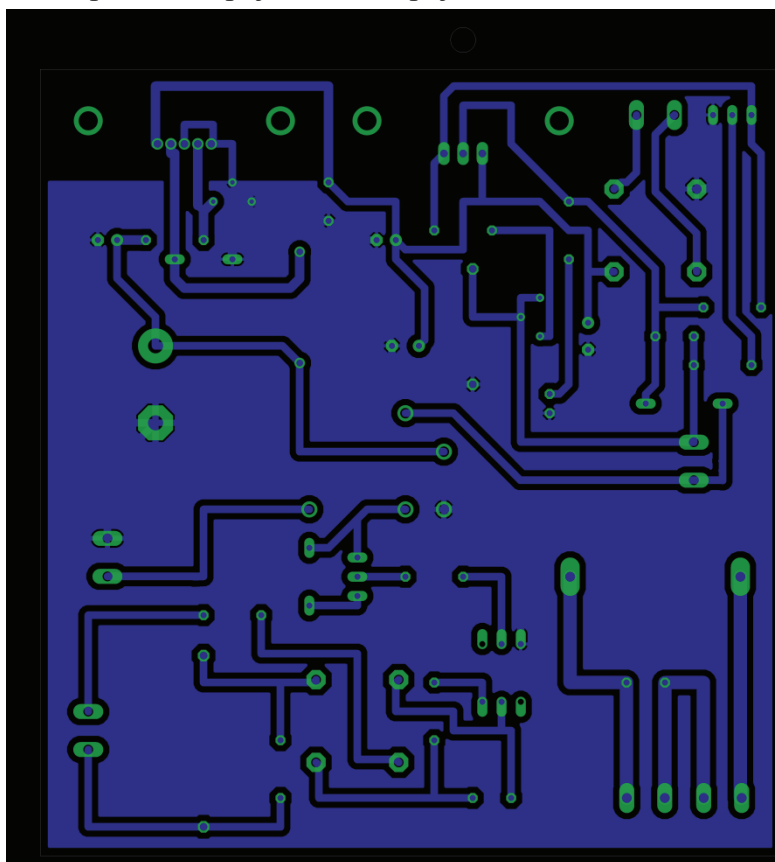
Příloha 1. Celkové schéma navrhovaného záložního zdroje
Příloha 2. Deska plošného spoje – strana spojů
Příloha 3. Osazovací výkres desky plošných spojů – strana součástek
Příloha 4. Seznam součástek
Příloha 5. Fotografická příloha
Příloha 6. CD

Příloha 1.



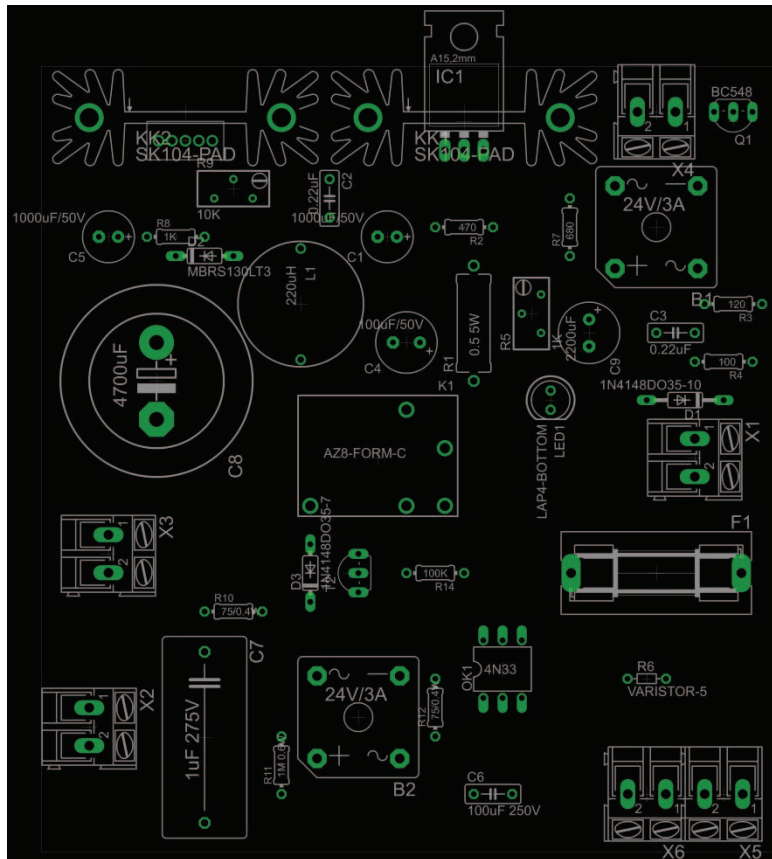
Příloha 2.

Deska plošného spoje – strana spojů



Příloha 3.

Osazovací výkres desky plošných spojů – strana součástek



Příloha 4.

Označení	Druh součástky	Hodnota / typ	Druh součástky
R ₁	rezistor	0,82 Ω/5W	metalizovaný
R ₂	rezistor	560 Ω	metalizovaný
R ₃	rezistor	240 Ω	metalizovaný
R ₃	rezistor	240 Ω/0,25W	metalizovaný
R ₄	rezistor	100 Ω/0,25W	metalizovaný
R ₅	odporový trimr	2 k5 Ω	uhlíkový
R ₇	rezistor	560 Ω/0,25W	metalizovaný
R ₈	rezistor	1 kΩ/0,25W	metalizovaný
R ₉	odporový trimr	10 kΩ	uhlíkový
R ₁₀	rezistor	75 Ω/0,6W	metalizovaný
R ₁₁	rezistor	1 MΩ/0,6W	metalizovaný
R ₁₂	rezistor	75 Ω/0,6W	metalizovaný
R ₁₃	rezistor	10 kΩ/0,25W	metalizovaný
C ₁	kondenzátor	2200 uF / 40 V	elektrolytický
C ₂ ,C ₃	kondenzátor	220 nF	keramický
C ₄	kondenzátor	100 nF / 50 V	elektrolytický
C ₅	kondenzátor	220 uF / 25 V	elektrolytický
C ₆	kondenzátor	100 uF / 250 V	elektrolytický
C ₇	kondenzátor	1 nF / 275 V	fóliový
C ₈	kondenzátor	4700 nF / 25 V	elektrolytický
C ₉	kondenzátor	2200 uF / 50 V	elektrolytický
D ₁	dioda	1N4148	
D ₂	dioda	SB260	Schottky
D ₃	dioda	1N4148	
LED	LED	5mm PURE Green	
	diodový můstek	B250C3000	
	diodový můstek	B250C3000	
OK ₁	optočlen	CNY17-3	
RELE	Relé	NT72-2 CS10	SMD
TR ₁	transformátor	TST 050/124	toroidní
varistor	varistor	S14K275	
F ₁	pojistka	2,5A	nevratná
LM2576	regulátor	LM2576HVT-ADJ	spínaný
LM317	regulátor	LM317T	
	pojistkové pouzdro	SI-HA#112000	

T_1	tranzistor	BC548	NPN
T_2	tranzistor	BC557A	PNP
L	tlumivka	220uH/3A	toroidní

Příloha 5.

